

III-29 砂質切羽地盤における泥水式シールドによる間隙水圧とその発生メカニズム（その2）

早稲田大学 正会員 森 麟
 早稲田大学大学院 学生員 稲垣賢一
 早稲田大学大学院 学生員 近藤啓二
 西松建設機技術研究所 正会員 栗原和夫
 西松建設機技術研究所 正会員 〇森 仁司

1. はじめに （その1）の結果¹⁾から泥水式シールドによる切羽地盤の間隙水圧上昇分は、泥水浸透にもとづく切羽での地下水発生流速によってコントロールできる。また、この地下水流速は泥水浸透速度に等しいことも分かったので、まず泥水浸透速度について調査した。

2. 泥水浸透ゾーンができる場合(type1) 切羽前方に泥水浸透ゾーンが形成される場合は、浸透ゾーンは次第に成長するがある時点で定常的に泥水浸透速度＝シールド掘進速度になるので、泥水浸透速度はシールド掘進速度によって変化する。したがって、浸透速度を小さくするには、掘進速度を小さくせねばならないが、施工上余り小さくできないので、泥水性状を変えることが必要になる。この様にすると浸透速度は掘進速度よりも小さくなり、浸透ゾーンができない場合(type2)になってくる。

3. 泥水浸透ゾーンができない場合(type2)

この場合の浸透速度を支配する要因とその影響について調査した。いま、浸透速度について現象的に考えると、圧力差 Δp と地盤の浸透抵抗係数 αk を一定とすると、浸透速度 v_s は、浸透ゾーンの成長とともに小さくなり、次のような式で示せるものと考えられる。

$$\frac{dl_s}{dt} = \alpha k \frac{\Delta p}{l_s} \quad (1)$$

(1)式を解くと、浸透開始 t 時間後の泥水の浸透距離 l_s と浸透速度 v_s は、

$$l_s = \sqrt{2 \alpha k \Delta p t} \quad (2)$$

$$v_s = \sqrt{\frac{\alpha k \Delta p}{2 t}} \quad (3)$$

ここに、

l_s : 浸透距離 (cm)

Δp : 圧力差による水頭値 (cm)

v_s : 浸透速度 (cm/s)

t : 浸透時間 (sec)

αk : 泥水の地盤に対する浸透抵抗係数 (cm/s)

k : 地盤の透水係数 (cm/s)

α : 泥水性状による k の補正係数

を得る。

上式から、要因としては泥水自身の性状

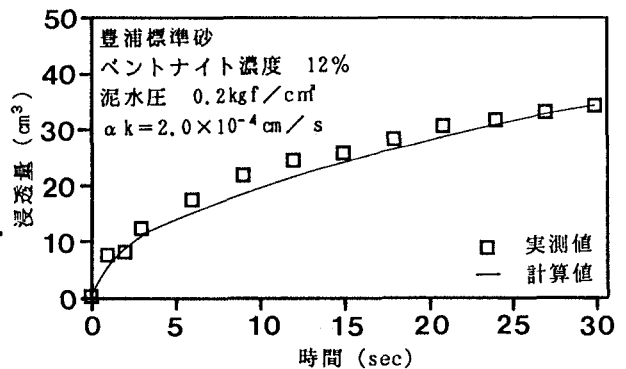


図-1 浸透量の時間的変化

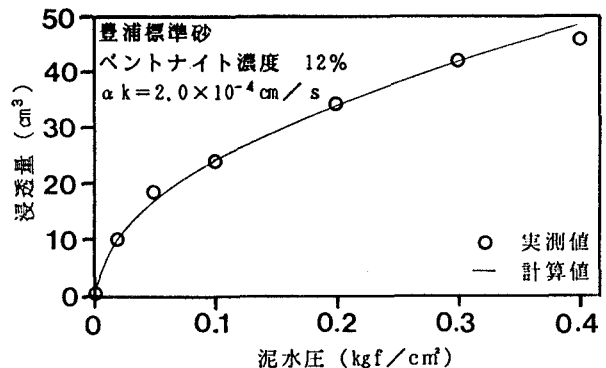


図-2 浸透量と泥水圧の関係

の他、圧力差 Δp 、地盤の透水係数 k 、浸透時間に当たるカッター切削インターバル(t)が考えられる。実際のシールド掘進は動的な浸透現象であるが、カッター切削インターバル時間内では、静的な浸透現象と考えられる。また、泥水浸透速度の変化は浸透量と変化として現れ、この浸透量は浸透速度に比例するので、インターバル30秒としたときの静的浸透実験の浸透量から要因を考察する。

3.1 泥水浸透量と切削インターバル(t)

図-1は、標準砂にベントナイト12%泥

水を用いて泥水圧 0.2kg/cm^2 で浸透実験を行った時の浸透量と浸透時間の関係を示したものである。また、図中の曲線は、(2)式から浸透量を計算したものである。なお(2)式中の浸透抵抗係数 αk は、30秒の流出量と(2)式から算出し、 $\alpha k = 2.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 、 $\alpha = 0.014$ を得た。図から、計算値は、実測値を良くシュミレートしており、浸透量は切削インターバル(t)の平方根に比例していることが分かる。したがって、浸透速度としては、切削インターバル(t)の平方根に反比例することになる。つまり、カッター回転数を速くするほど、泥水浸透速度が速くなり発生間隙水圧は高くなる。

3.2 泥水浸透量と泥水圧 図-2は、標準砂にベントナイト12%泥水を用い、泥水圧を変化させて浸透実験を行った時の30秒後の浸透量と泥水圧の関係を示したものである。図中の曲線は、3.1における泥水圧 0.2kg/cm^2 の時の $\alpha k = 2.0 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ を用いて(2)式から各泥水圧に対する浸透量を計算したものである。計算値は、実測値を良くシュミレートしており、砂と泥水が一定な場合は浸透抵抗 αk は、泥水圧にほぼ無関係であることが分かる。図-2において浸透量は泥水圧の平方根に比例している。したがって、浸透速度は、泥水圧の平方根に比例して速くなる。

3.3 泥水浸透量と透水係数 図-3は、ベントナイト12%泥水を用いて泥水圧 0.2kg/cm^2 で砂を変えて浸透実験を行った時の30秒後の浸透量と透水係数の関係を示したものである。図中の曲線は、(2)式から浸透量を計算したものである。このとき(2)式の α の値はどの砂にも標準砂の 0.014 を用いた。図から、計算値は、透水係数 $4.0 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ までは実測値と良く合っているが、 $7.5 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ では大きくはずれている。このことから、砂が異なると α は一定値ではないことが分かるので、透水係数だけでは浸透速度を推定できない。

4. 現場条件に合わせた泥水浸透速度の推定 3節から、浸透速度を支配する要因とその関係は明確になった。そこで、現場における泥水浸透速度を推定する方法は、泥水配合を決め、現場の切羽位置の地盤土に対して、泥水圧 0.2kg/cm^2 で30秒間静的浸透実験を行い、浸透量から浸透抵抗係数 αk を決定すれば、(3)式から任意のカッター切削インターバル(t)、泥水圧(Δp)に対しての浸透速度が推定できる。

泥水浸透速度がシールド掘進速度より速い場合は、2節で述べたように定常状態では浸透速度はシールド掘進速度に等しくなる。

以上のことから、現場条件に合わせた泥水浸透速度が推定できれば、切羽地盤の発生間隙水圧の大きさも求めることが可能である。

参考文献

- 1) 森 麟, 近藤啓二, 森仁司: 砂質切羽地盤における泥水式シールドによる間隙水圧とその発生メカニズム (その2), 第45回土木学会年次講演会概要集, 第三部門, 1990

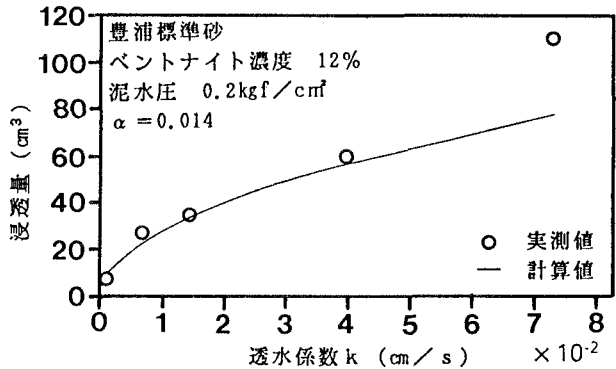


図-3 浸透量と透水係数の関係